

# Nuevos Modelos de Negocios para Telefonía Móvil 3G en Ambientes Interiores

New Business Models for Mobile Phones 3G indoors

Tito Espinoza Olivas<sup>1</sup>

*Facultad de Ingeniería Electrónica y Eléctrica, Universidad Nacional Mayor de San Marcos, Lima, Perú*

**Resumen**— Este trabajo se realiza con el fin de analizar la insatisfacción del servicio móvil 3g en interiores para clientes del segmento empresarial y en base a ello generar "Nuevos Modelos de Negocios", que los operadores pueden implementar para brindar soluciones puntuales con el uso de tecnologías emergente como Femtoceldas, de modo que sean económicamente factibles para ellos y sus clientes.<sup>1</sup>

**Palabras clave:** 3G interiores, Femtocelda, Percepción

**Abstract**— This work was carried out to analyze the dissatisfaction of indoor mobilservice 3G of customers the business segment and based on it generate "New Business Models", that operators can implement to provide solutions with the use of emerging technologies, Femtocells, so economically feasible for them and their customers.

**Keys words:** indoor 3G, Femtocelda<sup>2</sup>, Perceptions

## I. INTRODUCCIÓN

La rápida evolución de la telefonía móvil, el crecimiento del servicio de datos de alta velocidad y la conexión a internet a través de dispositivos más inteligentes y potentes como Smartphone, Tablet, Iphone, etc., a permitido que las personas adopten la costumbre de querer tener comunicación en cualquier lugar y en cualquier momento. Esta costumbre tan arraigadas en los usuarios, se truncan cuando se encuentran en el interior de locales, donde en muchos de ellos no se tiene una adecuada cobertura debido a factores de atenuación de la señal o múltiples interferencias existentes en la red, que las operadoras no han podido contrarrestar fácilmente, ya que enfrentan muchas dificultades para implementar Estaciones Base tradicionales en el número ideal de

dimensionamiento para brindar una capacidad y cobertura adecuada en la densa zona urbana. Ver [1].

El estudio de investigación pretende evaluar experimentalmente en base a un "Proyecto Piloto", la mejora de la calidad y cobertura del servicio de la telefonía móvil 3G en el interior de los locales, utilizando tecnologías emergentes del mercado móvil como es la Femtoceldas y en base a ella, proponer un nuevo modelo de negocio para que el operador pueda implementarlo. Esta tecnología estará dirigida inicialmente a clientes del segmento empresarial, que representan un alto valor de la cuota de mercado.

## II. METODOLOGÍA

Para el desarrollo de la investigación se ha elegido el tipo de estudio explorativo, debido a que el problema planteado poco o nada ha sido estudiado antes en el Perú y que los equipos de tecnología emergente para interiores a utilizar aún no es comercializado por las operadoras, sino que son muestras para pruebas "Piloto".

### A. Descripción del Estudio

El mercado de telefonía móvil 3G, implementada en el Perú en el 2008, cuenta con un total de 313,115 suscriptores hasta el 2011, donde América Móvil S.A.C. cuenta con el 57.5% del mercado, Telefónica Móviles S.A. el 30.5% y Nextel del Perú S.A. el 12.1%. Ver [2].

Del universo de suscriptores que se tiene, se ha tomado una muestra de 240 usuarios, quienes han reportado a su operador, su insatisfacción por el servicio móvil 3G en los interiores de sus locales. Ver [3] (Calidad-TdP).

El trabajo consistió en realizar una valoración de la percepción y expectativa del usuario por la calidad del servicio móvil 3G en los dos escenarios, el primero considerando el estado actual y el segundo implementando el equipo Femtocelda.

<sup>1</sup> Tito Espinoza Olivas, e-mail: tito.espinoza@telefonica.com

<sup>2</sup>Femtocelda: es una estación base en miniatura, que se integra con la red móvil mediante una conexión de banda ancha, generalmente Adsl.

### B. Valorización de la satisfacción del cliente

La evaluación de la percepción de calidad debe incluir el análisis de dos variables. Ver fig. 1.



Fuente: Alteco Consultores

Fig. 1. Enfoque de Percepción y Expectativa

#### B1. Valoración de la Percepción del usuario

Esta evaluación es totalmente subjetiva basada en la experiencia de uso del usuario, indicada en la encuesta de la Tabla I, donde se describen las características principales del servicio, las cuales deben ser valorados del 1 al 5 que están en función del impacto descrito en la Tabla II.

TABLA I  
ENCUESTA DE LA PERCEPCIÓN DEL CLIENTE  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

FACTOR / INDICADOR	IMPACTO				
	5	4	3	2	1
Llamadas de voz en el interior de la oficina donde trabaja					
Calidad del sonido durante la comunicación					
Acceso a internet en el interior de la oficina donde trabaja					
Rapidez del servicio de internet					
Servicio sin cortes o interrupciones					
La rapidez desde que se marca hasta que se escucha el primer timbrado					
Llamadas e internet en todos los lugares internos del edificio					

TABLA II  
DESCRIPCIÓN DEL IMPACTO  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

DESCRIPCIÓN DE IMPACTO	IMPACTO
No existe el servicio	1
Problemas en el servicio que no permiten su continuidad	2
Se puede dar el servicio pero produce disgusto e insatisfacción en el Cliente	3
El servicio es bueno pero el cliente percibe cierta molestia	4
El servicio es excelente	5

#### B2. Medición de Parámetros de Red

La expectativa que debiera esperar el usuario respecto al servicio, se reflejan en los principales parámetros de calidad de la red móvil de acuerdo a los siete indicadores mostrados en la Tabla III cuyos valores se midieron y fueron contrastados con el correspondiente rango de expectativa que se muestran en las Tablas IV, V y VI de acuerdo a cada indicador.

TABLA III  
MEDICIÓN DE EXPECTATIVA  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

INDICADOR	MEDICIÓN	NIVEL EXPECTATIVA
1. RSCP Nivel de intensidad de Radio recibida (db)		
2. Ec/No Nivel de calidad Señal/Ruido (db)		
3. Porcentaje de llamadas que logran conectarse		
4. Porcentaje de corte de llamadas conectadas		
5. Porcentaje de acceso a Internet que logran conectarse		
6. Porcentaje de corte de accesos a Internet conectadas		
7. Promedio de velocidad de descarga desde internet		

TABLA IV  
Indicadores RSCP y Ec/No  
Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Valor	Nivel de señal (RSCP)	Nivel de Ec/No
5	Mayor a -70 dBm	Mayor a -7 dBm
4	Desde -70 dBm á -75 dBm	Desde -7 dBm á - 9 dBm
3	Desde -75 dBm á -95 dBm	Desde - 9 dBm á - 13 dBm
2	Desde -95 dBm á -100 dBm	Menor - 13 dBm
1	Menor a -100 dBm	No hay Ec/No

TABLA V  
INDICADORES CONEXIÓN Y DESCONEXIÓN  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

Valor	% De Conexión	% Desconexión
5	100%	0%
4	Entre 100% y 97%	Entre 1% y 2%
3	Entre 97% y 95%	Entre 2% y 3%
2	Entre 95% y 90%	Entre 3% y 5%
1	Menor a 90%	Menor a 5%

TABLA VI  
INDICADOR DE VELOCIDAD DE DATOS  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

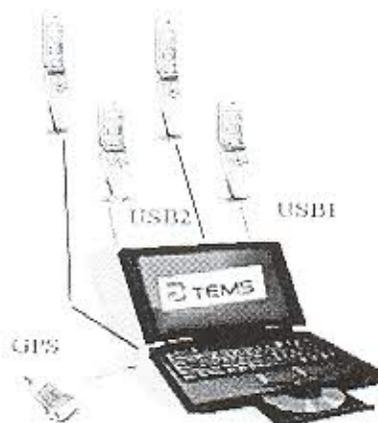
VALOR	CALIDAD	VELOCIDAD DE DATOS
5	Excelente	mayor a 1.5 Mbps
4	Muy bueno	de 1 Mbps a 1.5 Mbps
3	Bueno	de 500 Kbps a 1 Mbps
2	Regular	de 100 Kbps a 500 Kbps
1	Malo	menor que 100 Kbps

B3. Instrumentos de Medición utilizados

Para realizar las mediciones de los parámetros de red se utilizaron los siguientes instrumentos:

- Equipo de Drive Test : NemoOutdoor 5.71
- Terminales Nokia N85 y Ericsson Modelo Z750i
- GPS
- Scanner

Los teléfonos se encuentran adaptados para ser usados con el programa *Tem's Pocket*, que es una herramienta avanzada de diagnóstico cuya aplicación permite obtener los parámetros de RSCP y Ec/No. Ver fig.2



Fuente: Proveedor de TEM'S  
Fig. 2. Instrumentos de Medición utilizadas

III. RESULTADOS

A. Resultados de la Evaluación de Percepción y Expectativa del Cliente

Se realizaron visitas técnicas a los 240 lugares donde se realizaron las encuestas de valoración de percepción y expectativa de los clientes, los cuales posteriormente fueron evaluados obteniendo los resultados mostrados en Tablas VII y VIII.

TABLA VII  
RESUMEN EVALUACIÓN DE PERCEPCIÓN Y EXPECTATIVA DEL CLIENTE  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

PERCEPCIÓN DEL CLIENTE	NÚMERO LOCALES	MEDICIONES	
		RSCP	Ec/No
No existe el servicio	35	Sin Valor	Sin Valor
Servicio con conexión aleatorio	134	Menor a -100 dBm	Entre -9 y -13 dBm
Servicio con pérdida de conexión	33	Entre -95 y - 100 dBm	Entre -9 y -13 dBm
Servicio con interferencia	38	Entre -75 y - 95 dBm	Menor a -13 dBm
TOTAL	240		

TABLA VIII  
RESUMEN DE SEGMENTACIÓN DEL TIPO DE LOCAL CON PROBLEMAS.  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

PERCEPCIÓN DEL CLIENTE	NÚMERO LOCALES	UBICACIÓN DE LOCALES
No existe el servicio	35	Sótanos y ascensores
Servicio con conexión aleatorio	134	Interior de Pisos Bajos
Servicio con pérdida de conexión	33	Interior entre los pisos 5° y 10°
Servicio con interferencia	38	Interior de Pisos mayores a 10
TOTAL	240	

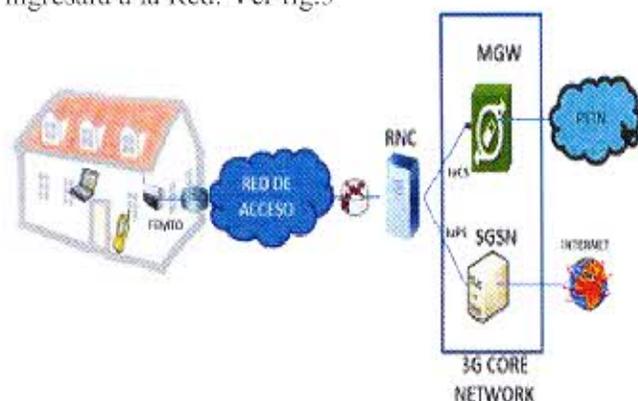
En base a estos datos se determinó realizar la prueba "Piloto" en el primer piso de un edificio ubicado en el Centro Empresarial de San Isidro, que fue un escenario representativo de una mala experiencia del servicio para los usuarios.

### B. Proyecto "Piloto" con Femtocelda

Para mejorar la experiencia de uso de la red 3G del usuario, se utilizó una Femtocelda, que es una mini estación base, diseñada para proporcionar cobertura de servicio móvil 3G en interiores. Tiene reducidas dimensiones, baja potencia, poca capacidad (4 llamadas simultáneamente) y utiliza un acceso de banda ancha tipo xDSL, como medio de conexión hacia el núcleo de red móvil [4]. Para que la Femtocelda opere dentro de la red de telefonía móvil 3G requiere tener un equipo controlador denominado RNC (Radio Network Controller) que interactúe con los elementos de la red a través de las siguientes interfaces:

- Iu-CS: Interface para conmutación de circuitos entre RNC y el MGW - MSC/VLR.
- Iu-PS: Interface para conmutación de paquetes entre RNC y SGSN

Hacia el lado del usuario tiene que tener una interface hacia la red de acceso, que en éste caso se usó la red ADSL de 2 MB, por cuyo medio la Femtocelda ingresará a la Red. Ver fig.3



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Fig.3 Topología de Red de Femtocelda

En el local del usuario se instaló un Modem de 2 MB conectado a la red ADSL, al cual va instalado la Femtocelda para poder interconectarse con el controlador RNC, para lo cual se les programó los parámetros de acceso y vecindades con la red macro, a fin de poder integrarse a la red móvil. Ver fig.4.



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

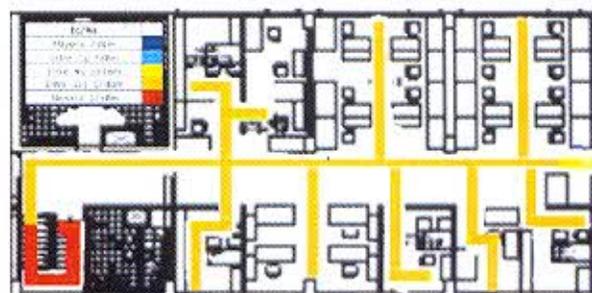
Fig. 4. Femtocelda instalada

Antes de poner en servicio la Femtocelda se hicieron pruebas y mediciones de RCSP y Ec/No, cuyos promedios se muestran en la Figura 5, y los niveles de intensidad medidos en el recorrido por los ambientes del piso 1 del edificio que se muestran en las Figuras 6 y 7.

Type	SC	Cell	UARPN DL	CPICH Ec/I	CPICH RSCP	HS Type
AS	34	4367	15.56	98.00	98.00	

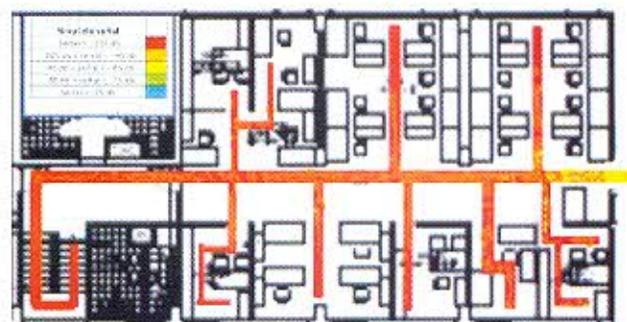
Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Fig.5 Ec/No y RSCP sin Femtocelda



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Fig.6. Mediciones de Ec/No sin Femtocelda



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Fig.7. Mediciones de RSCP sin Femtocelda

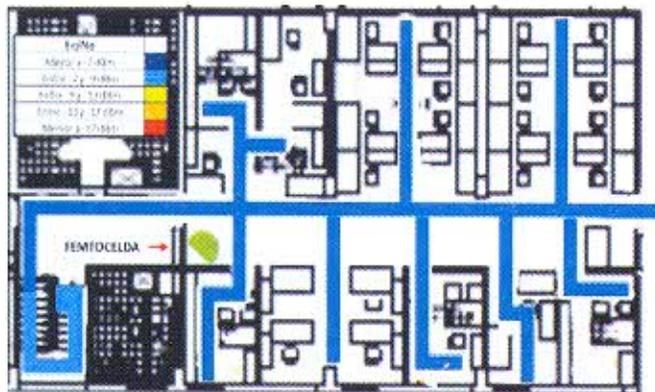
A continuación se muestra como mejoró la cobertura en el piso 1 con la Femtocelda en servicio.



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

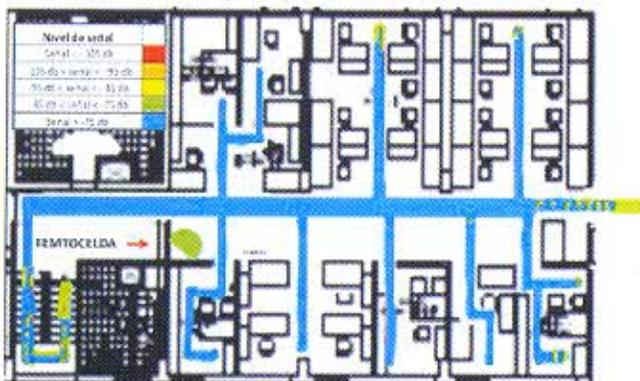
Fig.8 Ec/No y RSCP con Femtocelda

En la figura8 se aprecia el nuevo promedio de la RSCP que pasa a tener valores de - 59 dbm en vez de -98 dbm y el parámetro Ec/No, un promedio de - 6.5 dbm en vez de -15.5 dbm, lo que indica una buena cobertura hasta los exteriores del local, lo que permite salir al usuario conectado a la cobertura de la Femtocelda, para luego pasar a la cobertura de la Estación Base vecina mediante la operación del “Handover”. Las gráficas de las mediciones en el interior del local se aprecian en las figuras 9 y 10.



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Fig. 9 Mediciones de Ec/No con Femtocelda



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Fig.10 Mediciones de RSCP con Femtocelda

Además de las mediciones, se hicieron las encuestas del servicio a los usuarios que laboran en el piso donde se desarrolló el Proyecto “Piloto”, obteniendo un alto

grado de Calificación tanto en la Percepción como en la Expectativa, cuyo promedios se muestran en las Tablas IX y X.

TABLA IX  
PERCEPCIÓN DEL SERVICIO POR LOS USUARIOS  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

FACTOR / INDICADOR	IMPACTO				
	5	4	3	2	1
Llamadas de voz en el interior de la oficina donde trabaja	X				
Calidad del sonido durante la comunicación		X			
Acceso a internet en el interior de la oficina donde trabaja	X				
Rapidez del servicio de internet	X				
Servicio sin cortes o interrupciones	X				
La rapidez desde que se marca hasta que se escucha el primer timbrado		X			
Llamadas e internet en todos los lugares internos del edificio	X				

TABLA X  
EXPECTATIVA DEL CLIENTE POR EL SERVICIO  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

INDICADOR	MEDICION	NIVEL DE EXPECTATIVA
1. RSCP Nivel de intensidad de Radio recibida (db)	-59	5
2. Ec/No Nivel de calidad Señal/Ruido (db)	-6.5	5
3. Porcentaje de llamadas que logran conectarse	100%	5
4. Porcentaje de corte de llamadas conectadas	0%	5
5. Porcentaje de acceso a Internet que logran conectarse	100%	5
6. Porcentaje de corte de accesos a Internet conectadas	0%	5
7. Promedio de velocidad de descarga desde internet	1.4 Mbps	4

3G, en ambientes interiores de los locales, considerando un adecuado dimensionamiento del área de cobertura y la capacidad de usuarios a los que se quiere servir.

Estos resultados se dieron invariablemente durante el periodo que duró las pruebas, lo que nos permite concluir que la Femtocelda cumple con las expectativas de ser una solución técnica para contrarrestar la mala experiencia del usuario del servicio móvil.

## IV. EVALUACIÓN ECONÓMICA

## A. Análisis de la Demanda

En base a los datos de población, PBI total y de Telecomunicaciones, Tasa de penetración, etc., se realizó la proyección de la demanda de los usuarios de telefonía móvil sólo hasta el año 2015, indicado en Tabla XI, debido al avance tecnológico que para esa fecha se prevé tener implementada otra red denominada LTE(long term evolution) en el mercado, lo que posiblemente cambiará el rumbo de la demanda

TABLA XI  
PROYECCIÓN DEL MERCADO DE TELEFONÍA MÓVIL  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
Población Proyectada (MMH)	29.018	29.319	29.642	29.968	30.297
PBI Proyectado (MMS/.)	153,380	162,180	171,910	182,226	193,159
PBI Telecom (MMS/.)	3,825	4,865	5,157	5,467	5,795
Total Usuarios (MMU)	37.088	40.545	42.978	45.556	48.290
Tasa Penetración	127	138	145	152	159
Mercado Móvil (MMU)	34.234	39.734	42.118	44.645	47.324

Separando la proyección de la tecnología 3G de GSM y otras tecnologías se obtiene la proyección del mercado de Telefonía Móvil 3G mostrados en la Tabla XII.

TABLA XII  
PROYECCIÓN DEL MERCADO DE TELEFONÍA MÓVIL 3G Y OTROS  
(MMU)  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
3G (MMU)	1.173	2.730	5.257	8.981	14.124
Otros (MMU)	33.061	37.004	36.861	35.664	33.200
Total (MMU)	34.234	39.734	42.118	44.645	47.324

Para el estudio económico lo que se hizo fue considerar el segmento de clientes empresariales como demanda potencial del 40% del mercado objetivo al final de los 5 años, de los cuales se proyecta tener un 5% de usuarios insatisfechos por el servicio y el

proyecto pretende servir en los 5 años de análisis sólo un 20%, calculados en Tabla XIII, en base a ello se obtuvo su cuota de valor, con lo que se realizó la proyección de los ingresos, se calculó el CAPEX (Inversiones) y el OPEX (Gastos Operativos) proyectado para el Modelo de Negocios

TABLA XIII  
DEMANDA POTENCIAL DE CLIENTES EMPRESARIALES (MMU)  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
Proy Mercado Móvil 3G	1.173	2.730	5.257	8.981	14.124
Proy Abon Empresarial	2.419	2.540	2.667	2.800	2.940
Demanda potencial Abon	0.968	1.210	1.512	1.890	2.362

El Segmento de Clientes Empresariales para el operador donde se realizó el proyecto "piloto", actualmente tiene la siguiente cuota de valor:

MOU<sup>3</sup> promedio = 180

ARPU<sup>4</sup> mensual promedio = US\$ 20

En este caso se considera que el tráfico en interiores sólo aporta el 20% del ingreso total, lo que se indica en Tabla XIV.

TABLA XIV  
MERCADO OBJETIVO DE CLIENTE, TITO / UNMSM  
EMPRESARIALES  
FUENTE: ESPINOZA

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
Demanda potencial Abon Emp (MMU)	0.968	1.210	1.512	1.890	2.362
Demanda insatisfecha Abon Emp (MMU)	0.048	0.060	0.076	0.094	0.118
ARPU mensual abonado empresarial (US\$)	30	33	36	40	44
Mercado Objetivo Abon Empresarial (MMU)	0.097	0.012	0.015	0.019	0.024
ARPU anual indoor (US\$)	72	79	87	96	105
Ingreso Total (MM US \$)	0.697	0.958	1.317	1.811	2.490

<sup>3</sup>MOU= minutos utilizados por abonado y por mes

<sup>4</sup>ARPU= Ingresopor abonado y por mes

Considerando que se va cubrir aproximadamente 24,000 usuarios durante los 5 años se calcula el despliegue de las Femtoceldas. Ver Tabla XV.

**TABLA XV**  
PROYECCIÓN DE DESPLIEGUE DE FEMTOCELDAS  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

AÑO	2012	2013	2014	2015
Cantidad de usuarios por Femtoceldas	20	20	20	20
Proye de N° de Femtoceldas a instalar	605	151	189	236
N° de Femtoceldas a instalar	302	227	208	444
N° de Femtoceldas instalados acumulado	302	529	737	1,181
Cuota de Mercado Obj a cubrir (MMU)	0.006	0.005	0.004	0.009
ARPU anual indoor Seg Empresarial (\$)	79	87	96	105

En base a esta información, en Tabla XVI y XVII, se calcula el CAPEX<sup>5</sup> y OPEX<sup>6</sup> anual del proyecto que se requieren implementar tanto, en la Central como en el lado del usuario.

**TABLA XVI**  
Cuadro de Capex del Proyecto Femtoceldas  
Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
Capex de Instalación Core (MM \$)	0.551				
Capex de Instalación Femtoceldas (MM \$)		0.136	0.102	0.094	0.200
Total Capex (MM \$)	0.551	0.136	0.102	0.094	0.200

**TABLA XVII**  
Cuadro de Opex del Proyecto Femtoceldas  
Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
Opex del Enlace para Femtocelda	0.000	0.242	0.423	0.590	0.945
Opex de Servicios del core	0.000	0.005	0.005	0.005	0.005
Opex de Energía del core	0.000	0.010	0.010	0.010	0.010
Opex de Enlace del Controlador	0.000	0.025	0.025	0.025	0.025
Total Opex (MM \$)	0.000	0.282	0.463	0.630	0.985

En base a los cálculos de ingresos, Capex y Opex se realiza el flujo neto de caja del proyecto mostrados en la Tabla XVIII.

**TABLA XVIII**  
FLUJO DE CAJA DEL PROYECTO FEMTOCELDAS  
FUENTE: ESPINOZA, TITO / UNMSM

AÑO	2011	2012	2013	2014	2015
Ingresos (MM \$)	0.000	0.479	0.874	1.273	2.209
Total Capex (MMS)	0.551	0.136	0.102	0.094	0.200
Total Opex (MMS)	0.000	0.282	0.463	0.630	0.985
Flujo de Caja (MMS)	-0.551	0.061	0.309	0.549	1.024

Del flujo de caja obtenido se calculan tanto el VAN<sup>7</sup> y el TIR<sup>8</sup> para un WACC<sup>9</sup> de 11%, cuyos valores son:

$$VAN = \text{MM } \$ 0.831 \text{ y } TIR = 49\%$$

Los resultados obtenidos nos indican que el proyecto es viable por ser rentable.

### B. Modelo de Negocio

Encuentran los usuarios, si éstos huecos están dispersos es ilógico pensar que en

Realizando la comparación entre la solución de interior y la Macrocelda podemos mencionar que, la Macrocelda tiene un área de cobertura de radio R, en la práctica dentro de ella van a existir huecos de cobertura que son producidos por obstáculos que hacen que la señales de propagación del servicio móvil sean atenuadas, generalmente éstos lugares son los interiores de los locales donde en cada uno de ellos se tenga que instalar una Macrocelda que está valorizada en \$ 200,000 dólares americanos, en éstos casos es conveniente una solución para interiores. Ver [5].

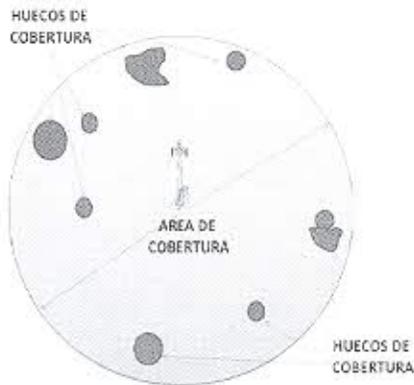
<sup>5</sup>OPEX = Inversión a incurrir

<sup>6</sup>CAPEX= Gastos operativos a incurrir

<sup>7</sup>VAN= Valor actual neto

<sup>8</sup>TIR = Tasa interna de retorno

<sup>9</sup>WACC = Promedio ponderado del Costo de Capital



Fuente: Espinoza, Tito / UNMSM

Fig.11.Huecos de Cobertura dentro de Área cubierta por Macrocelda

## V. CONCLUSIONES

1) La tendencia a nivel mundial es el crecimiento rápido del tráfico de datos y el ingreso al mercado de dispositivos móviles cada vez más potentes e inteligentes, lo que obliga a los operadores asegurar que sus redes sean capaces de satisfacer esas necesidades en cualquier lugar y en todo momento y a la vez ser rentables.

2) Dentro de las opciones tecnológicas emergentes, la Femtocelda, es una opción para contrarrestar la mala experiencia del usuario en ambientes interiores.

3) La evaluación realizada ha considerado un mercado objetivo bastante conservador por lo tanto, las soluciones para interiores son proyectos rentables y necesarios para mejorar la calidad del servicio 3G, para conseguir buenos ratios o índices de satisfacción de los clientes.

4) La inversión en nuevas tecnologías es considerable para el operador y el cambio de estas puede hacer que pronto se quede obsoleta, lo que se convierte en un riesgo, debido a que si se tiene en cuenta que el ciclo de retorno de inversión no es tan pronto.

## REFERENCIAS

- [1] Lourdes Rivero Gutierrez y Jaime Manera Bassa. (2005). *El comportamiento del usuario de servicios de Telecomunicaciones*. Madrid: DYKINSON SL.
- [2] Limache, A. (22 de Abril de 2011). En referencia a información estadística del MTC.
- [3] Calidad-TdP- Operadora del Perú. (2010-2011). *Reporte de incidencias con Clientes de Alto Valor*. Lima-Perú
- [4] CISCO. (15 de Febrero de 2012). [www.cisco.com](http://www.cisco.com).
- [5] Hierro, J. T. (2005). El éxito de UMTS exige el urgente despliegue de cobertura en interiores. *Network World*, 1.